

6.3.3 Traductoare inductive de proximitate

Schema bloc a traductorilor inductive de proximitate este prezentată în figura 6.43.

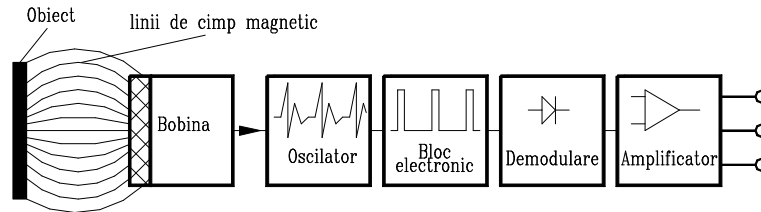


Fig. 6.43 Schema bloc a traductorului inductiv de proximitate

Oscilatorul din componența traductorului (1) întreține un câmp electromagnetic, de înaltă frecvență, în jurul bobinajului. Aproximarea unui corp metalic (2) de față activă conduce la

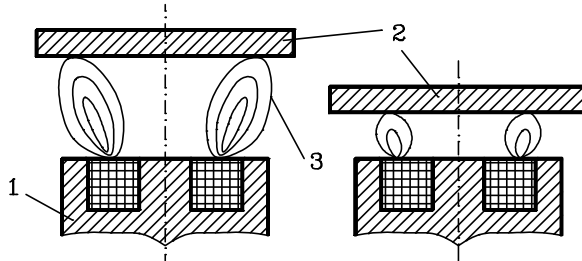


Fig. 6.44 Liniile câmpului magnetic funcție de apropierea obiectului de față "sensibilă"

amortizarea oscilațiilor datorită scurțării liniilor de câmp (3) și ca urmare a modificării inductivității din circuit (fig. 6.44). Etajul electronic de basculare prelucrează semnalul rezultat și comandă, prin intermediul amplificatorului, sarcina de tip "releu". Alimentarea blocurilor componente ale traductorului se realizează din exterior prin circuite separate.

Cotele funcționale necesare pentru definirea caracteristicilor de funcționare sunt evidențiate în figura 6.45 : grosimea "e" a ecranului (obiectului) metalic; l - lățimea ecranului; L - lungimea ecranului; X, Y - poziția ecranului față de axa de simetrie a feței sensibile; s - distanța de la ecran la față sensibilă.

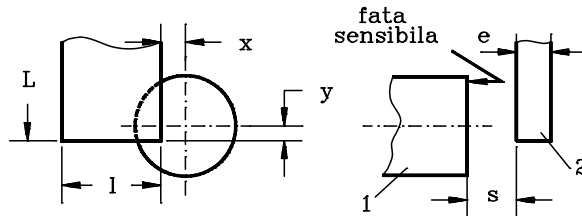


Fig. 6.45 Definierea cotelor funcționale ale traductorului

Principalele caracteristici funcționale ale traductorului sunt:

- **Zona de acțiune**, delimitată de curbele limite: curba de anclanșare (amortizarea oscilațiilor) și curba de declanșare (reluarea oscilațiilor) (fig. 6.46);
- **Distanța utilă de detecție**, care este puternic influențată de natura și dimensiunile ecranului (fig. 6.47);
- **Histereza**, definiție cași distanța dintre punctele de pornire și cele de oprire ale oscilațiilor, în aceleași condiții (fig. 6.46);

- Durata impulsului de ieșire, determinată în principal de viteza și dimensiunile ecranului metalic.

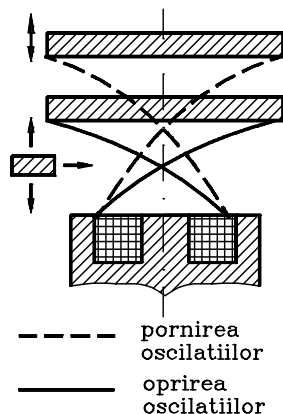


Fig. 6.46 Fenomenul de histereză în funcționarea traductorului

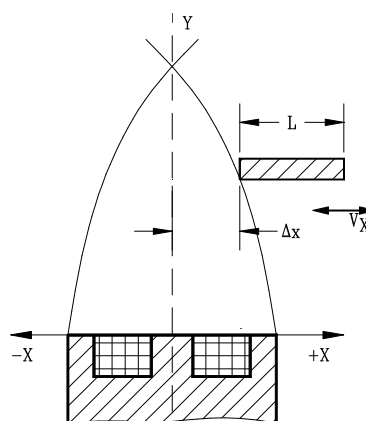


Fig. 6.48 Influența vitezei asupra funcționării traductorului

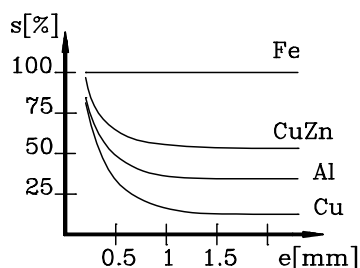


Fig. 6.47 Influența ecranului asupra performanțelor traductorului

Viteza de deplasare a obiectului controlat este limitată la valoarea:

$$v_x = \frac{2 \cdot \Delta x + L}{t_1 + t_2} \quad (6.1)$$

unde  $\Delta x$  și  $L$  au semnificația din figura 6.48 iar  $t_1$  și  $t_2$  sunt cea mai mică valoare a duratei de comandă a sarcinii de tip releu și respectiv timpul de anclanșare al traductorului de proximitate.

În funcție de tranzistorul intern al traductorului (nnp sau pnp), schemele de alimentare ale traductorului sunt prezentate în figura 6.49. Protecția traductorului la scurtcircuite se realizează cu siguranțe de max. 0.5 A.

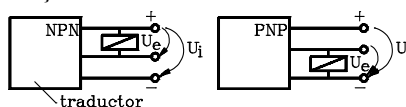


Fig. 6.49 Alimentarea traductorului

Din punctul de vedere al montajului, traductoarele se pot monta individual sau multiplu - în paralel (fig. 6.50a) sau serie (fig. 6.50b) - pe aceeași sarcină.

Constructiv, aceste traductoare se execută sub diverse variante funcționale: cu față sensibilă inclusă, frontal sau lateral, în corpul propriu-zis al traductorului, sau cu față sensibilă separată prin cablu flexibil de corpul traductorului.

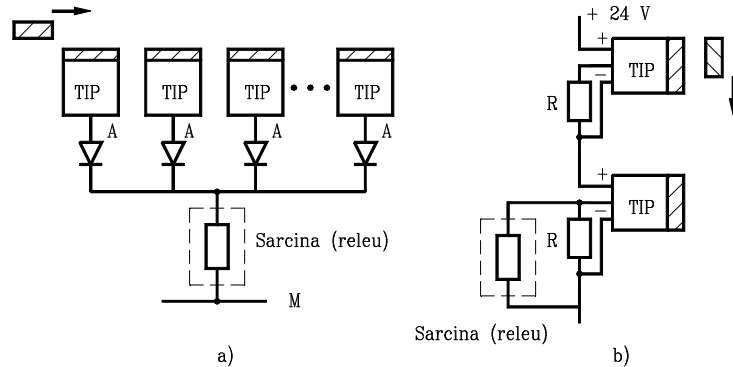
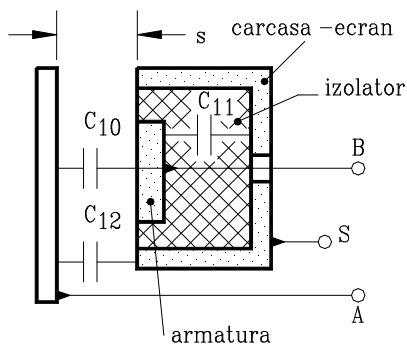


Fig.6.50 Montarea traductorului în paralel și respectiv serie

6.3.4 Traductoare capacitive de proximitate

Reamintim relația de calcul a capacității unui condensator plan:



$$C = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot A}{d} \tag{6.20}$$

Capacitatea acestui condensator devine variabilă prin modificarea distanței dintre armături sau modificarea dielectricului dintre acestea (variația suprafeței nu am luat-o în considerare). Dacă acest condensator se identifică cu cel din circuitul de măsură înseamnă că prin apropierea unui element mobil (conductor sau dielectric) de față sensibilă a traductorului capacitatea electrică se modifică. Forma unui traductor capacitiv de proximitate este prezentată în figura 6.51.

Traductorul este realizat dintr-o carcasă – ecran în interiorul căreia se găsește o armatură izolată [6.34].

Funcționarea difere în funcție de natura corpului controlat. Variantele constructive pentru detectarea materialelor conductive electric se bazează pe realizarea unui condensator dintr-o armatură – față sensibilă a traductorului a doua armatură fiind chiar corpul controlat. Variația distanței dintre cele două armături conduce la modificarea capacității (conform rel.(6.20)) prin parametrul  $d$ . Corpul conductor electric se conectează la masă. Dacă ecranul se leagă la masă, capacitatea  $C_{12}$  este scurtcircuitată.

La detectarea materialelor dielectrice acestea modifică permitivitatea relativă a condensatorului format.

Dacă armăturile S și B sunt la același potențial, câmpul electric dintre armături este omogen (fig.6.52a), respectiv neomogen în cazul din figura 6.52b. S-a demonstrat că practic capacitatea dintre armăturile A și B este aceeași [6.34].

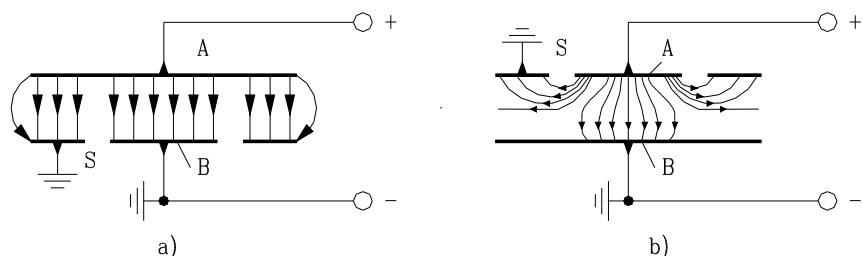


Fig.6.52 Liniile de câmp funcție de forma armăturilor

Circuitul de măsurare este de obicei o punte de măsură.

Avantajul deosebit a acestor traductoare este cel de a putea detecta orice corp (conductor sau izolator). Principala sursă de erori este legată de variațiile de temperatură.

### 6.3.5 Traductoare magnetice de proximitate

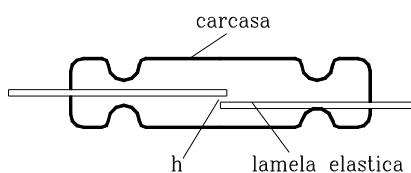


Fig.6.53 Releu Reed

Funcționarea traductorului magnetic de proximitate se bazează pe schimbarea stării unui releu Reed (fig.6.53) aflat sub acțiunea unui magnet permanent sau electromagnet. Releul Reed lucrează în prezența a trei forțe: *forța magnetică* care generează deformarea lamelei de contact, *forța elastică* de revenire din lamela elastică și *forța de contact* dintre cele două lamele componente ale releului. Diferența dintre forța magnetică și cea elastică este cea care corespunde

forței de contact. Trecerea unui obiect magnetic în apropierea feței sensibile a traductorului modifică configurația liniilor de forță ale câmpului magnetic creat de magnet. Contactul releului nemaifiind solicitat și schimbă starea. Tensiunea maximă de comutare a releului este în general 250 V.

Magneții permanenți se realizează din aliaj AlNiCo sau fieră. Releul Reed se montează într-o carcasă realizată din material plastic, aliaj de aluminiu, alama nichela etc.

Traductoarele magnetice de proximitate pot fi fără memorie – releul comută doar sub acțiunea magnetului – sau cu memorie când revenirea la starea inițială nu se poate face decât sub influența unui câmp magnetic de sens contrar [6.31]. Distanța nominală de funcționare este limitată de creșterea vitezei de deplasare a corpului controlat.

### 6.3.6. Sensori de proximitate cu sondă Hall

*Efectul Hall (evidențiat în 1879 de E. H. Hall) a fost observat pe o placă conductoare parcursă de un curent electric, aflată într-un câmp magnetic cu inducția magnetică normală pe suprafața ei și constă în stabilirea unei tensiuni (tensiune Hall) între două puncte ale plăcii, echipotențiale în lipsa câmpului magnetic [6.31].*

Sonda Hall se realizează de obicei sub o formă paralelipipedică de lungime  $a$ , lățime  $b$ , grosime  $h$  și cei doi electrozi de curent (electrozi de comandă) 1, 1' (fig.6.54).

Tensiunea Hall se măsoară între punctele 2 și 2', echipotențiale în lipsa câmpului magnetic.

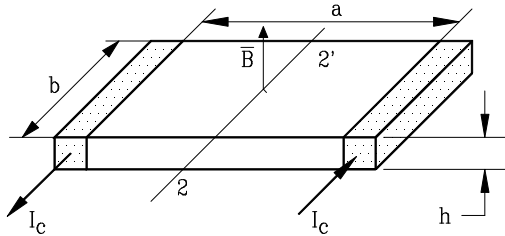


Fig.6.54 Sonda Hall

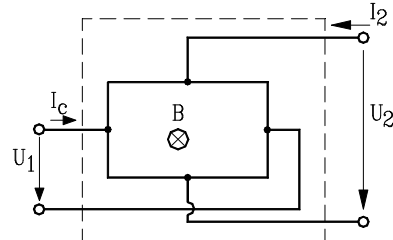


Fig.6.55 Sonda Hall cași cuadripol

Sonda Hall are astfel patru borne de acces: electrozii de comandă 1, 1' și electrozii Hall 2, 2'. Pentru ambele perechi de borne se adoptă regula de asociere a sensurilor pozitive a tensiunii la borne și a curentului de la receptoare (fig.6.55).

Tensiunea Hall în sarcină se exprimă sub forma [6.33]:

$$U_2 = K \cdot I_c \cdot B \tag{6.21}$$

unde  $K$  se numește sensibilitatea sondei Hall.

Sensibilitatea acestor traductoare poate fi definită funcție de inducția magnetică:

$$S_B = \frac{\Delta U_2}{\Delta B} = K \cdot I_c \tag{6.22}$$

sau funcție de deplasarea magnetului care produce câmpul magnetic.

Schema principială a unui senzor cu traductor Hall este prezentată în figura 6.56. Traductorul Hall furnizează o tensiune proporțională cu inducția magnetică în prezența căreia se află. Această tensiune este aplicată amplificatorului rezultând un semnal liniar compensat cu temperatura. La rândul său acest semnal se aplică unui comparator cu histerază. Dacă circuitul este plasat într-un câmp magnetic a cărui inducție depășește valoarea corespunzătoare pragului de deschidere, comparatorul comandă starea de conducție "0". Dacă inducția magnetică scade sub valoarea corespunzătoare pragului de blocare (fig.6.56b), ieșirea comutatorului revine în starea inițială – blocat ("1") [6.32]

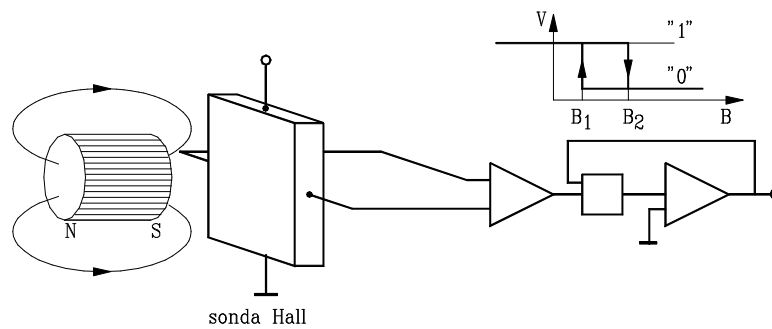


Fig.6.56. Senzor de proximitate cu sondă Hall

Realizarea unor senzori de proximitate cu traductoare Hall este posibilă în trei variante:

- Deplasarea unui magnet, în direcție frontală sau transversală, față de traductorul Hall;
- Ecranarea câmpului magnetic creat de un magnet permanent prin intercalarea unui material feromagnetic (cu lățimea de peste 1mm) între traductorul Hall și magnet;
- Concentrarea liniilor câmpului magnetic (creat de un magnet permanent) în zona traductorului Hall, prin apropierea unui material feromagnetic prin spatele traductorului Hall.

În figura 6.57 este prezentată o altă soluție a unui senzor de proximitate cu sondă Hall. Obiectul feromagnetic de controlat ecranează câmpul magnetic creat de magnetul permanent [6.34].

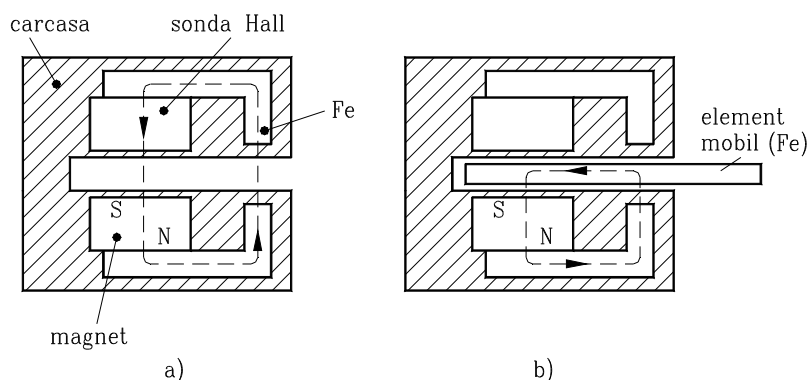


Fig.6.57 Senzor de proximitate cu sondă Hall

În comparație cu senzorii optici sau cu ultrasunete senzorii de proximitate cu sondă Hall sunt mai simple și mai robuste, sunt adecvate regimurilor grele de funcționare. Spre deosebire de traductoarele inductive, senzorii cu sondă Hall sunt independenți de viteza relativă dintre obiectul controlat în mișcare și senzor.

### 6.3.7 Traductoare de proximitate pneumatice

Principiul de funcționare al traductoarelor de proximitate pneumatice, constă în modificarea unuia sau a mai multor parametri de stare ai fluidului (presiune, viteză) sub influența unui corp, a cărui prezență trebuie sesizată.

Simple, constructiv și funcțional, cu semnale vehiculate de nivel energetic scăzut (nu influențează starea obiectului mobil), robuste și fiabile, traductoarele pneumatice, sunt recomandate pentru detectarea obiectelor mobile.

În figura 6.58 se prezintă principial cea mai simplă variantă a unui traductor pneumatic (utilizat și ca traductor de proximitate), duza - palea.

Alimentarea traductorului se realizează cu aer la presiunea  $p_0 = ct$ . Ajutajul (A) se comportă în circuitul pneumatic ca o rezistență pneumatică fixă ( $R_1$ ), producând o cădere de presiune  $\Delta p$ , iar duza (D) ca o rezistență pneumatică variabilă ( $R_2$ ). Valoarea acestei rezistențe are o

componență constantă, datorată canalului duzei și o componență variabilă, ce depinde de gradul de obturare al duzei de către paleți (adică de distanța  $h$ , dintre duza și paleți). Când  $h = 0$ , paleta obturează complet duza, rezistența pneumatică fiind infinită și presiunea  $p_2 = p_0$ . Când " $h$ " crește, rezistența ( $R_2$ ) scade la fel cași presiunea  $p_2$ .

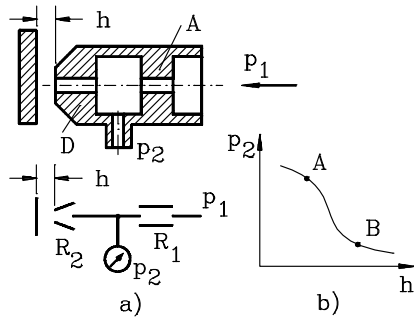


Fig. 6.58 Soluția principiaa (a) și caracteristica statică (b) a traductorului pneumatic de proximitate

Creșterea bruscă a presiunii, începând cu punctul A, indică prezența paletei (a obiectului în general) în zona traductorului și deci, semnal logic "1".

În figura 6.59 se prezintă dimensiunile geometrice ce caracterizează duza pentru varianta de traductor duza - paleți (obiect).

Debitul de aer prin duza este:

$$Q = \pi \cdot \alpha \cdot d \cdot h \cdot \sqrt{2 \cdot \frac{p}{\rho}} \quad (6.23)$$

unde  $\alpha$  este indice de curgere a fluidului,  $d$  este diametrul activ de curgere,  $p$  este presiunea fluidului în duză iar  $\rho$  este densitatea fluidului în stare atmosferică.

Sensibilitatea traductorului este :

$$S = \frac{\partial Q}{\partial h} \Big|_{p=ct} = \alpha \cdot \pi \cdot d \cdot \sqrt{2 \cdot \frac{p}{\rho}} = ct \quad (6.24)$$

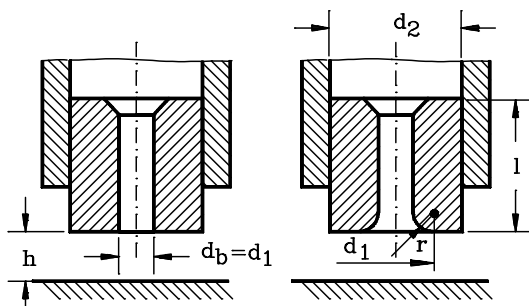


Fig. 6.59 Parametrii geometrici ai duzei: muchii drepte (a) și muchii rotunde (b)

În vederea realizării unei sensibilități constante se impune însă:

$$h \in \left( 15 \mu\text{m} \div \frac{d_B^2}{4 d_2} \right) \quad (6.25)$$

Valorile optime pentru dimensiunile geometrice sunt:  $d_2 = (3 \dots 5) \text{ mm}$ ,  $d_B = d_2 - 1 \text{ mm}$ ,  $r = 0.3 \text{ mm}$ , la o presiune de lucru de  $p = 1.4 \text{ at}$ .

În figura 6.60 se prezintă schema principiaa a traductorului pneumatic cu "jet liber" ce

lucrează pe principiul emițător - receptor. Jetul de fluid emis de emițătorul "2" este recepționat, în lipsa obiectului "1", de către receptorul "3" (semnal logic "1"). Prezența obiectului de controlat între emițător și receptor anulează jetul recepționat (parțial sau total) (semnal logic "0").

Câmpul de lucru pentru aceste traductoare poate ajunge până la 20 mm. Principalul dezavantaj al traductorilor din această categorie constă în sensibilitatea mare a lor față de impuritățile mediului. Impuritățile în zona de lucru pot fi antrenate de jetul de fluid, obturând duza receptoare și conducând la erori.

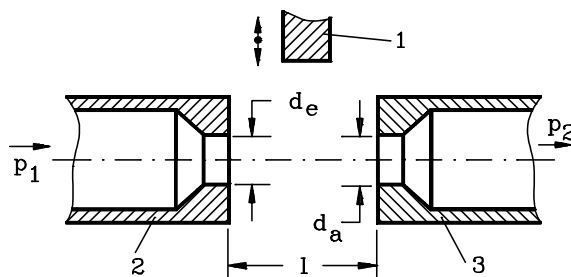


Fig. 6.60 Schema principială a traductorului pneumatic cu "jet liber"

#### 6.4 Senzori de locație optoelectronici

##### 6.4.1. Generalități

Operatorul uman (OU) estimează în cadrul activității curente, prin vederea stereoscopică, distanța până la un obstacol, până la sculi etc. Roboții industriali (în special cei mobili) necesită elemente senzoriale care să determine caracteristicile obiectelor din spațiul de lucru, asemănător OU. Vederea 3D pune în evidență profilul obiectelor analizate în raport cu un reper referențial cunoscut.

Două principii optoelectronice sunt des utilizate: telemetria și stereocopia.

#### 6.4.2 Telemetria

##### 6.4.2.1 Triangulația

Elementele de bază referitoare la triangulația geometrică sunt prezentate în figura 6.61. Fie punctul  $A(d,0)$  punctul de poziționare a unei surse luminoase.

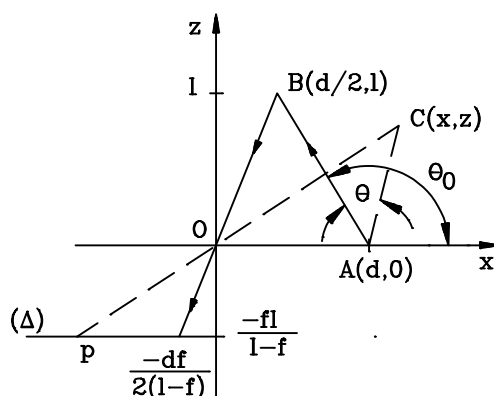


Fig.6.61 Geometria triangulației

Raza luminoasă proiectată sub unghiul  $\theta_0$  se reflectă în punctul  $B(d/2,1)$ . În originea sistemului de axe se găsește o lentilă (cu distanța focală "f") care concentrează fluxul luminos într-un punct al unei drepte ( $\Delta$ ) (paralelă cu axa x). Dreapta ( $\Delta$ ) se găsește la distanța  $(-\frac{f \cdot l}{l-f})$  față de axa x. Pentru o poziție a fluxului luminos emis și reflectat în punctul  $C(x,z)$  coordonatele punctului D imagine pe dreapta ( $\Delta$ ) sunt  $D(p, -\frac{f \cdot l}{l-f})$ .

Coordonatele x, z ale punctului C vor fi în acest caz [6.18]:



$$x = d \cdot p \cdot \left[ p + \frac{f \cdot l \cdot (2l \cdot \text{tg } \theta + d)}{(l - f) \cdot (d \cdot \text{tg } \theta - 2l)} \right]^{-1} \tag{6.26}$$

$$z = -d \cdot \left[ \frac{p \cdot (l - f)}{f \cdot l} + \frac{2l \cdot \text{tg } \theta + d}{d \cdot \text{tg } \theta - 2l} \right]^{-1} \tag{6.27}$$

Dreapta ( $\Delta$ ) definește poziția feței sensibile a fotoreceptorului iar punctul C reprezintă un punct arbitrar al obstacolului cercetat. Punctul B reprezintă un punct de control.

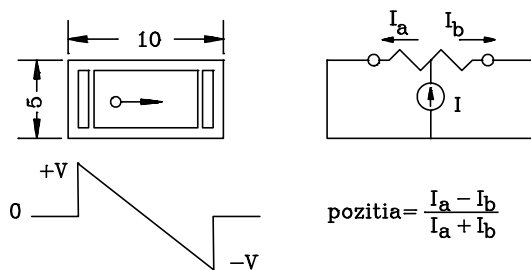


Fig.6.62 Circuitul echivalent al fotodiodei cu efect lateral

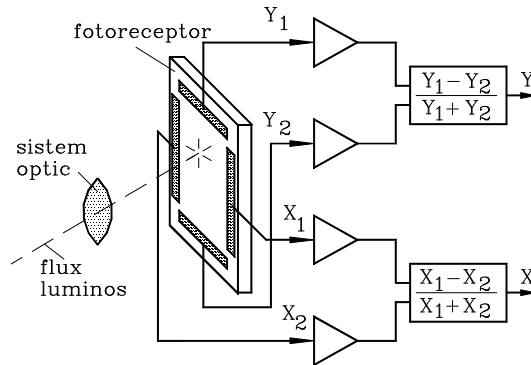


Fig.6.63 Prelucrarea informației la un senzor bidimensional

Receptorul optoelectronic este focalizat pe o suprafață redusă din poziția luminată. Pe baza notărilor aferente, distanța D este:

$$D = B \cdot \text{tg } \theta \tag{6.28}$$

Asigurând mobilității sursei (într-un plan ce conține sursa, fotoreceptorul și punctul obiect) se asigură scanarea suprafeței obstacolului cercetat.

Triangulația uzuală impune utilizarea în rolul fotoreceptorului a unei fotodiode cu efect lateral. Circuitul electric echivalent cu semnificația poziției sunt prezentate în figura 6.62.

În unele cazuri se poate utiliza în locul fotodiodei și o matrice senzorială linia CCD.

În locul de proiecție a fluxului luminos se generează un fotocurent care se repartizează între terminalele (din aluminiu) ale diodei ( $I_a$ ,  $I_b$ ). Valoarea curentului pentru fiecare terminal (A și B) este o funcție liniară de distanța punctului luminos față de terminal. În același timp, acești curenți depind de intensitatea luminoasă incidentă.

Prin prelucrarea informației de la cele două terminale se obține poziția de incidență a fluxului luminos. Schema de prelucrare a informației, pentru un fotoreceptor bidimensional, este prezentată în figura 6.63.

În figura 6.64 este ilustrată o metodă simplă de determinare a distanței "D" până la un obstacol pe baza triangulației.

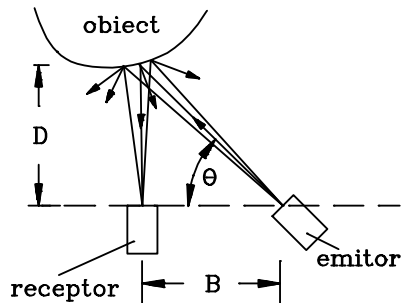


Fig. 6. 64 Determinarea distanței prin metoda triangulației

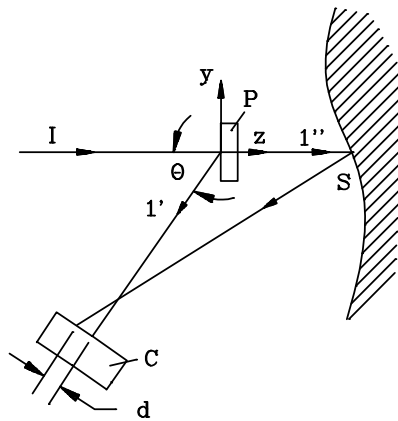


Fig. 6.65 O altă metodă de determinare a distanței

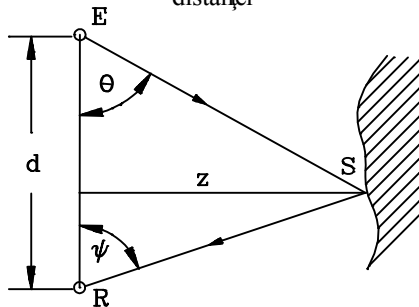


Fig. 6.66 O altă metodă de triangulație

O altă metodă se bazează pe un fascicol optic, proiectat spre suprafața S a obstacolului și divizat datorită prisme P în două fascicule 1' și 1'' (fig.6.65). Fascicolul 1 se reflectă pe suprafața prisme și cade perpendicular pe suprafața elementului receptor. Fascicolul 1'' se reflectă pe suprafața S și este vizualizat la distanța "d" față de fascicolul precedent. Distanța, dintre obstacol și prisma P, poate fi aproximativ cu valoarea [6.1]:

$$z = \frac{d}{\sin \theta} \quad (6.29)$$

O altă metodă, asemănătoare cu cele prezentate anterior, utilizează de asemenea un emitor și un receptor optic mobil. Sursa emite un fascicol luminos sub unghiul  $\Theta$  spre obstacol. Receptorul este situat la distanța "d" față de sursă și recepționează fascicolul reflectat pe obstacol sub unghiul  $\psi$  (fig.6.66). Distanța "z" dintre senzor și punctul vizualizat este dată de relația:

$$z = \frac{d}{\text{ctg } \Theta + \text{ctg } \psi} \quad (6.30)$$

Firma Selcom realizează, pe acest principiu al triangulației, un senzor optoelectronic care poate fi (în caz particular) montat chiar pe efectuatorul robotului industrial. În figura 6.67 este prezentată schema constructivă principială a senzorului.

Semnificația notațiilor din figura 6.67 este următoarea: A și B puncte luminoase aparținând obiectului; A' și B' puncte corespondente celor anterioare de pe suprafața fotodectoare; L sursa luminoasă; x deplasarea punctului obiect vizualizat; x' distanța dintre punctele imagine de pe fotodector. Distanța dintre senzor și punctul vizualizat pe obstacol este dată de relația [6.29]:

$$z = b \cdot \frac{f - y}{f + y} \quad (6.31)$$

Firma Selcom realizează modelul în diverse forme de gabarit pentru măsurări ale unor variații "x" între 8 mm și 256 mm și a unei distanțe "S" între 95 mm și 300 mm

[6.29]. Senzorul este constituit din blocul A, care conține receptorul fotoelectronic și blocul B, care conține emitorul și blocul electronic aferent. Cele două blocuri sunt montate într-o carcasă din

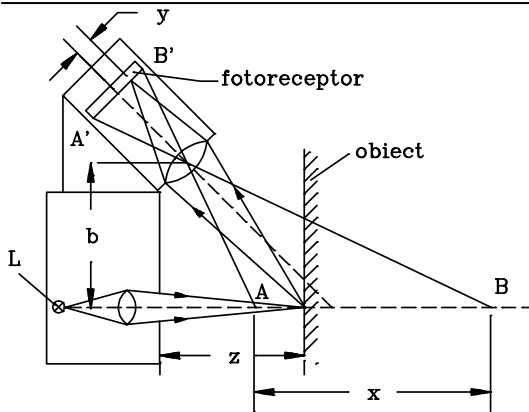


Fig.6.67 Schema senzorii firmei SELCOM

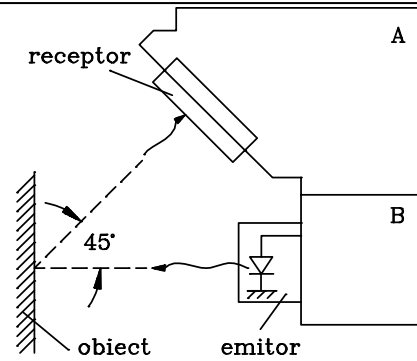


Fig.6.68 Aspect funcțional al senzorii SELCOM

Al masiv. Sursa luminoasă este un LED (în infraroșu) sau o diodă laser (Ga-As). Între axa optică a blocului receptor și cea a sursei este un unghi de  $45^{\circ}$  (fig.6.68).

6.4.2.2 Măsurarea timpului de recepționare a unei reflectate

Distanța dintre un reper de referință al senzorii și un punct al obiectului poate fi obținută prin evaluarea timpului scurs între momentul emisie și cel de recepționare a ecoului în urma reflexiei pe obiectul controlat. Distanța este dată de relația:

$$D = \frac{c \cdot T}{2} \tag{6.32}$$

unde  $c$  este viteza de propagare a razei luminoase iar  $T$  este timpul de parcurgere.

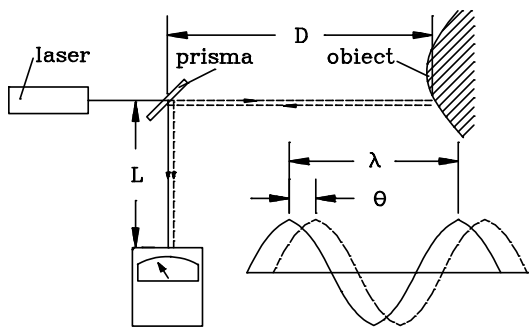


Fig.6.69 Principiul măsurării distanței pe baza diferenței de fază

Viteza de propagare, pentru raza luminoasă, este  $3 \cdot 10^8$  m/s. Dacă se dorește efectuarea unei măsurări cu o precizie de 1.5 mm echipamentul electronic lucrează la o frecvență de 100 GHz [6.1]. Principiul conceptual este ilustrat în figura 6. 69.

Raza luminoasă emisă de unda laser (lungime de undă  $\lambda$ ) este divizată de prisma P în două raze. Una dintre raze - raza de referință - parcurge distanța cunoscută  $L$  până la echipamentul de măsurare. Cea de-a doua rază parcurge distanța "D" până la obiect, se reflectă pe acesta, și ajunge la echipamentul de măsurare după o nouă reflexie pe prisma P.

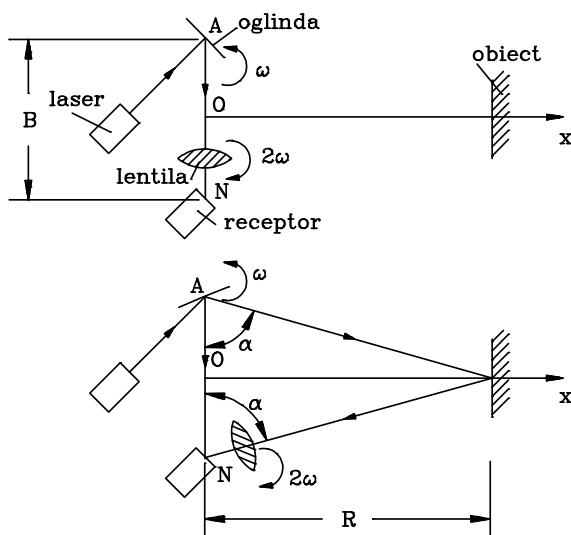


Fig.6.70 Configurarea de bază pentru determinarea distanței

Distanța totală parcursă de cea de-a doua rază este:

$$D' = L + 2D \quad (6.33)$$

Între cele două unde există o diferență de fază  $\Theta$  (fig.6.69b) astfel că distanța  $D'$  poate fi scrisă ca fiind:

$$D' = L + \frac{\theta}{360^\circ} \cdot \lambda \quad (6.34)$$

Egalând relațiile anterioare se obține relația de bază pentru determinarea distanței necunoscute:

$$D = \frac{\theta}{360^\circ} \cdot \frac{\lambda}{2} \quad (6.35)$$

Metoda în forma prezentată nu este aplicabilă în robotică din cauza lungimilor de undă reduse pentru sursa laser (de ex. 632.8 nm pentru laser He-Ne). O soluționare a problemei este posibilă prin

modularea în amplitudine a unei luminoase [6.4].

O combinație între principiul triangulației și cel al măsurării timpului este prezentată în figura 6.70.

Este evidențiat aranjamentul elementelor componente pentru un caz particular  $\alpha = 0$  și cazul general. Mișcarea de rotație (viteza  $\omega$ ) a oglinzii M în jurul unei axe A este sincronizată cu mișcarea de rotație a lentilei (viteza  $2\omega$ ) în jurul axei N.

Distanța dintre punctul de referință O și punctul T aparținând obiectului este dată de relația trigonometrică:

$$R = \frac{B}{2} \cdot \operatorname{tg} \alpha \quad (6.36)$$

Unghiul  $\alpha$  este direct proporțional cu raportul timpilor  $T_A$  (de recepție al semnalului reflectat în T) și  $T_C$  (durata ciclului de scanare) [6.30]:

$$\alpha = 4 \pi \cdot \frac{T_A}{T_C} \quad (6.37)$$

Distanța R este în acest caz:

$$R = \frac{B}{2} \cdot \operatorname{tg} \left( 4 \pi \cdot \frac{T_A}{T_C} \right) \quad (6.38)$$

Rotația oglinzii M și a lentilei L este asigurată de un servomotor electric și transmisii cu roți dințate. Întreg sistemul este separat în 5 părți componente:

- subsistemul electro-optic constând din sursa laser, oglinda M, lentila L de focalizare și receptorul fotosensibil;

- subsistemul mecanic care include structura de fixare a subsistemului electro-optic, motorul și transmisia aferență;
- subsistemul hardware incluzând circuitele electronice aferente și microcalculatorul;
- subsistemul de prelucrare a informației pentru comanda sursei laser și prelucrarea informației de fotoreceptor;
- subsistemul software incluzând programe de calcul aferente.

6.4.3 Stereoscopia

Stereoscopia constă în obținerea unor informații, despre relieful unei scene, prin analiza mai multor imagini a acestei scene, văzute sub unghiuri diferite. Principiul acestei metode este ilustrat în figura 6.71.

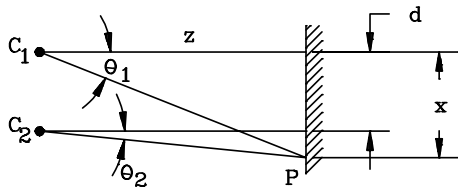


Fig.6.71 Cazul receptorilor punctuali

Considerind punctuali cei doi senzori optoelectronici, distanta de referinta este [6.1]:

$$z = \frac{d}{\text{tg } \theta_1 - \text{tg } \theta_2} \tag{6.39}$$

În cazul real (fig.6.72), considerând distanța focală "f" a componentei optice de focalizare și distanța "x" dintre punctul de impact a fascicolului luminos și axa optică, distanța "z" va fi:

$$z = \frac{d \cdot f}{x_1 - x_2} \tag{6.40}$$

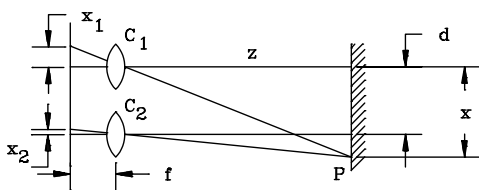


Fig.6.72 Cazul receptorilor reali

Dificultatea utilizării acestei metode constă în stabilirea corespondenței dintre punctele C1 și C2, relativ la același punct P.

Senzor	Domeniu de lucru [mm]	Sensibilitate la perturbatii
pneumatic	0.001 - 10000	Temperatura, Lumina, Zgomot, Prof.
capacitiv	0.01 - 10000	Temperatura, Lumina, Zgomot, Prof., Cimp magn., Cimp elec.
inductiv	0.1 - 10000	Temperatura, Lumina, Zgomot, Prof., Cimp magn., Cimp elec.
magnetic	0.1 - 10000	Temperatura, Lumina, Zgomot, Prof., Cimp magn., Cimp elec.
acustic	0.1 - 10000	Temperatura, Lumina, Zgomot, Prof., Cimp magn., Cimp elec.
optoelec.	0.001 - 10000	Temperatura, Lumina, Zgomot, Prof., Cimp magn., Cimp elec.

Fig.6.73 Domeniul de lucru și sensibilitatea la perturbatii

6.5 Concluzii

Capitolul descrie două posibilități de detecție cu largă utilizare în robotică: metoda acustică și cea optoelectronică. Alte metode (inductive, pneumatice etc.) sunt doar menționate indicându-se sursa bibliografică. Alegerea metodei optime de detecție este puternic influențată de compromisul timp de calcul și precizia măsurătorilor. În figura 6.73 se prezintă informativ

domeniul de lucru pentru principalele categorii de senzori de detecție și sensibilitatea acestora la diverse perturbații.

#### Bibliografie cap.6

- [6.1] Pruski, A.-Robotique generale, Editura Marketing, Paris, 1988
- [6.2] Popescu, V.,s.a.-Dispozitiv electronic pentru măsurarea distanțelor cu ultrasunete, "Al VIII-lea Simpozion Național de roboți industriali", vol.II, p.713, 1988, Cluj-Napoca
- [6.3] Juckenack, D.- Handbuch der sensortechnik, Messen mechanischer Grossen, Moderne Industrie Verlag, Landsberg, 1990
- [6.4] Fu, K.S., s.a.-Robotics:Control, Sensing, Vision and Intelligence, McGraw-Hill Book Comp., New York, 1987
- [6.5] Rembold, U, s.a.-The development of an autonomous assembly robot, "Rob. and Comput. Integr. Manuf.", 1987, n.1, p.23-37
- [6.6] Dolga, V.-Construcția traductoarelor și senzorilor, Lito. Universității Tehnice din Timișoara, Timișoara, 1992
- [6.7] Delepant, Ch.,s.a.-Ultrasonic three-dimensional detection of obstacles for mobile robots-"16<sup>th</sup> Inter. Symp. an Ind. Robots", p.483-490, Brussels, 1986
- [6.8] Kuroda, S.,s.a.-Ultrasonic imaging system for robots using an electronic scanning method, in " Alan Pugh - Robot Sensors, vol.2-Passive and Active Force Sensors", IFS Ltd.
- [6.9] Bradau, H.,s.a.- Fuzzy Logic Controler utilizat pentru generarea traiectoriei cu evitarea obstacolelor într-un mediu necunoscut, PRASIC '94, "Robotica", p.273-280, Brasov
- [6.10] Warnecke, H.J.-Sensoren zur Objekterkennung in Handhabungssystemen, Krausskopf Verlag, Mainz, 1975
- [6.11] Balek,D.J.,s.a.-Using gripper mounted infrared proximity sensors for robot feedback control, "IEEE Int. Conf. Rob. and Autom.", St.Louis, March, 1985, p.282-287
- [6.12] Luo, R., s.a.-Sensors for cleaning castings with robot and plasma-arc, "Proc.3<sup>rd</sup> Int.Conf.Robot Vision and Sens.Contr.", Amsterdam, 1983, p.271
- [6.13] Johnston, A.R.-Proximity Sensor Technology for Manipulator End Effectors, "Mech. and Machine Theory", 1977, vol.12, p.95-109
- [6.14] Popov, E.P.-Sistemi ociuvstvlenia i adaptivnie promișlenie roboți, "Mașinstroenie", Moskva, 1985
- [6.15] Catros, J.Y., s.a.-Utilisation de capteurs optiques de proximite en robotique industrielle, "Le Nouvel Automatisme", mai-juin 1980, p.47
- [6.16] Pinson, L.J.-Robot Vision:An evaluation of imaging sensors, în "Alan Pugh-Robot Vision, vol.1", p.15, IFS Ltd.
- [6.17] Nimrod, N.,s.a.-A laser-based scannig range-finder for robotic applications, în "Alan Pugh-Robot Vision, vol.1", p.160-173, IFS Ltd.
- [6.18] Rioux, M.-Laser range-finder based on synchronised scanners, în "Alan Pugh-Robot Vision, vol.1", p.176-190, IFS Ltd.
- [6.19] Schroeder, H.E.-Practical illumination concept and technique for machine vision applications, în "Alan Pugh-Robot Vision, vol.1", p.229-244, IFS Ltd.
- [6.20] Danila, Th.,s.a.-Dispozitive și circuite electronice, E.D.P., Bucuresti, 1982
- [6.21] \*\*\*-Laser und Laser-Zubehor, catalog al firmei LASER OPTRONIC (Germania)

- [6.22] Dima, I, s.a.-Fenomene fotoelectrice in semiconductori și aplicații, Ed.Academiei, Bucuresti, 1980
- [6.23] Sterian, P.-Transmisia optică a informației, vol.I,II, Ed.Tehnică, București, 1982
- [6.24] Ionescu, G., s.a.-Traductoare pentru automatizări industriale, Editura Tehnică, București, 1985
- [6.25] Nicoara, I.-Calculul și construcția aparatelor optice, vol.II, Lito.IPT, 1988, Timișoara
- [6.26] Melchior, K, s.a.-Automatisieren von Prufvorgangen mit bildverarbeitenden Sensoren, Teil 2. prüfverfahren und Anwendungen, "Tech. Mess.", 1983, n.6, p.225-231
- [6.27] Ostaptschuk, W.G.-Bildererkennungssystem für roboterbeschickte technologische Einheiten, "Fertigungtech. und Betrieb", 1984, n.3, p.149-153
- [6.28] \*\*\*-Optocator Systembeschreibung , catalog al firmei Selcom Messysteme (Germania)
- [6.29] Brunk, W.-Berührungslose Messsysteme helfen Herstellprozesse zu überwachen, "Techno tip", heft 2, februar 1981.
- [6.30] Nimrod, N.,s.a.-A laser-based scanning range-finder robotic applications, în "Alan Pugh-Robot Vision, vol.1", p.152-173, IFS Ltd.
- [6.31] Ionescu, G, ș.a. – Traductoare pentru automatizări industriale, vol.I, Editura Tehnică, București, 1985
- [6.32] \*\*\* - Transducers, "Machine Design", May, 1981, p.269
- [6.33] Fränkel, D. – Traductoare galvanomagnetice, Editura Facla, Timișoara, 1973
- [6.34] Herold, H.- Sensortechnik, Hüthig Buch Verlag, Heidelberg, 1993